

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧7 EP 0 474 393 B1

⑩ DE 691 18 060 T 2

⑥1 Int. Cl.⁸:
H 01 P 1/04
H 01 P 5/02
H 01 P 11/00
G 01 S 7/03

②1 Deutsches Aktenzeichen:	691 18 060.1
⑧6 Europäisches Aktenzeichen:	91.307 661.8
⑧8 Europäischer Anmeldetag:	20. 8. 91
⑧7 Erstveröffentlichung durch das EPA:	11. 3. 92
⑧7 Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	20. 3. 96
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt:	22. 8. 96

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
04.09.90 US 576915

⑦3 Patentinhaber:
Hughes Aircraft Co., Los Angeles, Calif., US; Delco
Electronics Corp., Kokomo, Ind., US

⑦4 Vertreter:
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 85354 Freising

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

⑦2 Erfinder:

Wen, Cheng P., Mission Viejo, California 92691, US;
Mendolia, Gregory S., Torrance, California 90501,
US; Siracusa, Mirio, Fountain Valley, California
92708, US; Maieron, Joseph J., Kokomo, Indiana
46902, US; Higdon, William D., Greentown, Indiana
46938, US; Wooldridge, John J., Manhattan Beach,
California 90266, US; Gulick, Jon, Hawthorne,
California 90250, US

⑥4 Mikrowellen-Radar-Sender und-Empfänger auf einem einzelnen Substrat mit Flip-Chip integrierten
Schaltkreisen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die
Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das
erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und
zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist
(Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II. § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht
worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 18 060 T 2

DE 691 18 060 T 2

1 EP 91 307 661.8/0474393
Hughes Aircraft Company

5 Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Mikrowellen-Radar-Sender und -Empfänger auf einem einzelnen Substrat mit Flip-Chip-montierten monolithischen integrierten Mikrowellen-Schaltkreis (MMIC) Chips zur Verwendung wie in Nahhindernis-Erkennungssystemen (NODS) für Kraftfahrzeuge.

15 Beschreibung des einschlägigen Standes der Technik

20 Übliche MMICs werden auf Galliumarsenid-(GaAs)-Substraten hergestellt, wobei die Mikrostrip-Leitung (Bandleiter) als Haupt-Mikrowellensignal-Übertragungsmedium verwendet wird. Eine allgemeine Abhandlung über MMIC-Technologie und Mikrowellen-Übertragungsleitungskonfigurationen steht in "Millimeter-Wave Integrated Circuits" (Millimeterwellen-integrierte Schaltkreise) von Kai Chang, TRW Electronics & Defense Sector/Quest, Winter 1983/84, Seiten 43 bis 59. Radarsender und -empfänger, welche MMIC-integrierte Schaltkreise umfassen, sind in zahlreichen Anwendungsfällen einschließlich NODS, Sensoren zur Erfassung der wahren Grundgeschwindigkeit, Hindernisvermeidungssystemen (adaptive Flug/Fahrtlenkung) und
30 aktiven Phasen-gekoppelten Radaranordnungen wünschenswert, die eine große Anzahl von Sendeempfängern in einer einzelnen Betriebseinheit verwenden.

35 Die Dicke des GaAs-Substrats ist typischerweise auf 100 µm in dem X-Band und bei höheren Frequenzen wegen der Streucharak-

1 teristiken, Modenwandlung, thermischen und Schaltkreisdichte-
Gegebenheiten beschränkt. Diese MMIC-Chips sind zu zerbrech-
lich für eine automatisierte Chip-Handhabung, die von moder-
5 nen Roboterherstellungstechniken wie Aufnehmen, Positionieren
und Preßverbinden Gebrauch macht. Darüber hinaus werden gene-
rell Drahtverbindungen mit Golddrähten von 25 μm Durchmesser
eingesetzt, die arbeitsintensiv sind und zu Zuverlässigkeits-
problemen führen. Auf Mikrostrips basierende MMICs sind nicht
10 mit der kostengünstigen Flip-Chip-Montagetechnologie kompati-
bel, da die Erdfläche auf der entgegengesetzten Seite des
Substrats bezogen auf die elektronischen Schaltkreiselemente
für Mikrowellen-Frequenz liegt.

15 Mikrostrip ist die am umfangreichsten benutzte Übertragungs-
leitung sowohl bei hybriden als auch bei monolithischen inte-
grierten Schaltkreisen für Mikrowellen. In Fig. 1 dargestellt
wird ein elektrisch leitender Bandleiter 10 auf einer Ober-
fläche eines elektrisch isolierenden oder dielektrischen
20 Substrats 12 gebildet, während eine elektrisch leitende Elek-
trode oder Erdfläche 14 auf der entgegengesetzten Oberfläche
gebildet ist. Die charakteristische Impedanz der Mikrostrip-
Übertragungsleitung wird durch die Breite des Bandleiters 10
sowie die Dicke und Dielektrizitätskonstante des Substrats 12
bestimmt. Die Dicke des Substrats 12 beträgt gewöhnlich einen
25 kleinen Bruchteil einer Wellenlänge der höchsten Signalfre-
quenz, die sich in dem Substrat 12 ausbreitet, um übermäßige
Frequenzstreuung oder eine unerwünschte Moden-Anregung höhe-
rer Ordnung (abweichend von dem transversalen elektrischen
und magnetischen (TEM) Grund-Mode) bei Signalfrequenz oder
30 Harmonischen der Signalfrequenz zu vermeiden. Typische MMICs,
die auf GaAs beruhen und im X-Band und höheren Frequenzen
arbeiten, werden auf 100 μm dicken Substraten ausgebildet.
Der Zugang zu der Erdfläche 14 wird durch einen metallisier-
ten vertikalen Verbinder (Durchgangselement) geschaffen,
35

1 welcher in einem Loch, welches sich durch das Substrat 12
erstreckt, ausgebildet ist.

Wie in Fig. 2 dargestellt, schließt eine übliche MMIC hybride
5 Mikroschaltkreisanordnung individuelle MMIC-Chips 16, 18 und
20 ein, die auf einem gemeinsamen Metallsubstrat oder Träger
22 montiert sind, der auf Erdpotential gehalten wird. Verbin-
der zwischen den Chips 16, 18 und 20 sind durch Golddrähte
oder Bänder 24 vorgesehen, deren Durchmesser typischerweise
10 25 μm beträgt. Die Verbindungen 24 sind häufig die erhebliche
Quelle von Zuverlässigkeitsproblemen, wenn die Chips 16, 18
und 20 auf einem gemeinsamen Modul mit anderen integrierten
Schaltkreisen zusammengesetzt werden. Die dünnen (100 μm dik-
15 ken) Chips 16, 18 und 20 sind für Herstellungsverfahren zu
zerbrechlich, die automatisierte/ Roboter Aufnehm- und Posi-
tioniertechniken einsetzen. Weiterhin ist der auf Mikrostrip
basierende Schaltkreis wie in Fig. 1 dargestellt, bei dem die
Erdfläche 14 auf der entgegengesetzten Seite wie die Bandlei-
ter 10 liegen, nicht mit Flip-Chip-Montagetechniken kompati-
20 bel, die von einem kostengünstigen Reflow-Lötverfahren Ge-
brauch machen.

Zusammenfassung der Erfindung

25 Die vorliegende Erfindung sieht ein kostengünstiges Verfahren
zum Herstellen von hybriden MMIC-Baugruppen oder -Modulen
einschließlich Radar-Sender- und -Empfänger-Signalverarbei-
tungs- und Energienormalisierungs-integrierte Schaltkreis-
30 Chips sowie Mikrowellen-Sende- und -Empfangsfelderantennen
auf einem gemeinsamen Substrat vor. Sämtliche Verbindungen
des integrierten Schaltkreises werden während eines einzelnen
Reflow-Lötvorgangs erzeugt. Für den MMIC-Chip und das Sub-
strat wird eine koplanare Wellenleiter- und/oder parallele
35 Streifenleiter-Schaltkreistechnik angewendet.

1 Dies ermöglicht die Herstellung von Mikrowellen-Sender- und
-Empfänger-Modul-Baugruppen zur Herstellung von Radar-Sensor-
und -Nachrichtenausrüstung mit großem Volumen bei großer Aus-
stoßrate. Die vorliegende Erfindung ist mit kostengünstigen,
5 automatisierten/Roboter-Hybrid-Schaltkreis-Baugruppenverfah-
ren kompatibel, da die robusten koplanaren, integrierten
Schaltkreis-Chips für Mikrowellen verwendet werden. Die vor-
liegenden Chips können mit einer Dicke von 600 μm und mehr
hergestellt werden, im Unterschied zu üblichen 100 μm dicken
10 MMIC-Chips, da die durch die Mikrostrip-Übertragungsleitungen
auferlegten Beschränkungen entfallen sind. Teure manuelle
Chip-Ausrichtungs- und -Verbindungsdrahtanschlußschritte sind
während des Montageprozesses vermieden, bei dem viele Module
gleichzeitig bearbeitet werden können. Genauer schließt ein
15 Mikrowellen-Radar-Sender und -Empfänger einen monolithischen,
integrierten Schaltkreis-Chip für Mikrowellen ein, der kopla-
nare Wellenleiter-Übertragungsleitungen aufweist, die auf der
gleichen Oberfläche wie dessen elektronische Elemente ausge-
bildet sind. Koplanare Wellenleiter-Übertragungsleitungen
20 werden ebenfalls auf einer Oberfläche eines Substrats gebil-
det. Planare Sende- und Empfangsantennenelemente werden auf
der abgewandten Oberfläche des Substrats gebildet und mit den
Übertragungsleitungen durch vertikale Verbindungen verbunden,
die sich durch das Substrat erstrecken. Der Sender- und Emp-
25 fänger-Chip ist zusätzlich zu den Signalverarbeitungs- und
Energie-Normalisierungs-Chips auf dem Substrat in einer Flip-
Chip-Anordnung montiert, wobei die entsprechenden Oberflä-
chen, auf denen die Übertragungsleitungen ausgebildet sind,
ebenfalls einander gegenüberstehen. Elektrisch leitende Vor-
30 sprünge werden auf Abschnitten der Übertragungsleitungen der
Chips gebildet, die mit den Übertragungsleitungen des Sub-
strats zu verbinden sind, und Lot wird auf Abschnitten der
Übertragungsleitung des Substrats gebildet, die mit Übertra-
gungsleitungen der Chips zu verbinden sind. Die Chips werden
35 auf dem Substrat ausgerichtet und Baugruppe wird erwärmt, um

1 das Lot zu verschmelzen und die Vorsprünge auf den Chips mit
den Übertragungsleitungen auf dem Substrat in einem Gesamt-
prozeß zu verbinden. Die Vorsprünge bilden den Abstand zwi-
schen den zueinander passenden Oberflächen des Substrats und
5 der Chips sowie eine Isolierung zwischen elektronischen Ele-
mente auf den Chips.

Diese und weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden
Erfindung werden den Fachleuten aus der folgenden speziellen
10 Beschreibung in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen
klar, in denen gleiche Bezugszeichen sich auf übereinstimmen-
de Teile beziehen.

15 Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine übliche Mikrostrip-Über-
tragungsleitung;
- 20 Fig. 2 ist ein Schnitt, welcher eine Baugruppe aus auf
üblichen Mikrostrip-Leitungen beruhenden MMIC-Chips
auf einem Substrat oder Träger darstellt;
- 25 Fig. 3 ist eine vereinfachte Darstellung, die einen Radar-
Sender-Empfänger zeigt, welcher die vorliegende
Erfindung in der Anwendung als Nahhindernis-Sensor
für ein Kraftfahrzeug verkörpert;
- 30 Fig. 4 ist ein Blockschaltbild des Sensors für Nahhinder-
nisse, der in Fig. 3 gezeigt ist;
- Fig. 5 ist eine vereinfachte Draufsicht auf den vorliegen-
den Radar-Sender-Empfänger;

1 Fig. 6 ist ein Schnitt, der entlang einer Linie 6-6 in
Fig. 5 aufgenommen ist;

5 Fig. 7 ist eine Teilschnittansicht auf den Transceiver,
welche Dimensionen verdeutlicht, die für die Aus-
führungsform der Erfindung wesentlich sind;

10 Fig. 8 ist eine Schnittansicht, welche eine Erdverbin-
dungskonfiguration einschließlich elektrisch lei-
tender Distanzstücke oder Vorsprünge entsprechend
der Erfindung veranschaulicht, und

15 Fig. 9 und 10 sind Schnittansichten, welche ein Herstel-
lungsverfahren nach der Erfindung veranschaulichen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

20 Fig. 3 veranschaulicht eine bevorzugte Anwendung für einen
Radar-Sender und -Empfänger auf einem einzelnen Substrat, das
die vorliegende Erfindung verkörpert, obwohl die Erfindung
bei zahlreichen anderen Anwendungen anwendbar ist. Entspre-
chend der Erfindung ist eine Radar-Sender- und -Empfängerbau-
gruppe oder ein Modul 30 an einer rückwärtigen Stoßstange
25 oder anderen nach rückwärts gerichteten Oberfläche eines
Kraftfahrzeugs 32 montiert. Eine hörbare und/oder sichtbare
Anzeige 34 ist innerhalb des Fahrzeugs 32 an einer Stelle
montiert, bei der sie von dem Fahrzeuglenker leicht gesehen
und/oder gehört werden kann. Das Sender- und Empfänger-Modul
30 sendet ein Mikrowellen-Radarsignal von dem Fahrzeug 32
30 nach rückwärts und empfängt Reflektionen des ausgesendeten
Signals von einem Gegenstand oder Hindernis, wie einem ande-
ren Fahrzeug 38, welches sich in der Nähe der Rückseite des
Fahrzeugs 32 befindet, wie durch Pfeile 36 angedeutet. Auf
35 die reflektierten Signale ansprechend aktiviert das Modul 30

1 die Anzeige 34, um den Fahrer über die Anwesenheit des Hin-
dernisses 38 zu benachrichtigen.

5 Die in Fig. 3 gezeigte Anordnung ist als Nahhindernis-Erken-
nungssystem (NODS) bekannt und ist in der Hauptsache dazu
eingerrichtet, den Fahrer davon abzuhalten, das Fahrzeug rück-
wärts fahrend mit einem nicht sichtbaren Hindernis, welches
sich hinter dem Fahrzeug 32 befindet, kollidieren zu lassen.
10 Solch ein System ist besonders nützlich für Lastkraftwagen,
die keine Rückfenster haben, um eine unmittelbare Rückwärts-
sicht zu gewähren. Das System wird auch den Fahrer über die
Anwesenheit eines anderen Fahrzeugs alarmieren, welches sich
von rückwärts nähert und kann dazu angepaßt sein, die Gegen-
wart eines dicht benachbarten Fahrzeugs in einem blinden
15 Fleck des Fahrzeugs 32 zu erfassen, obwohl dies nicht darge-
stellt ist. Das Modul 30 kann jeden anwendbaren Typ eines
Radarsystems innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden
Erfindung verkörpern, wie gepulstes Radar, Dopplerradar usw.

20 Die Anzeige 34 kann auch ein Blinklicht, einen hörbaren Piep-
ser, eine analoge oder digitale Entfernungsanzeige oder ir-
gendeine andere Art Anzeige einschließen, die für eine be-
stimmte Anwendung geeignet ist. Bei einem auf der Rückseite
eines Kraftfahrzeugs wie dargestellt montierten Nahhindernis-
25 Erfassungssystem umfaßt die Anzeige 34 in typischer Weise ein
Blinklicht und einen Piepser, wobei die Blink- und Piepshäu-
figkeiten und/oder Piepserlautstärke in dem Maße zunehmen, in
dem die Entfernung zu dem erfaßten Hindernis abnimmt.

30 Ein Blockschaltbild des Moduls 30 ist in Fig. 4 dargestellt.
Das Modul 30 schließt eine Signalverarbeitungseinheit 56 ein,
welche die Wellenform eines Hauptoszillators 40 steuert. Der
Hauptoszillator 40 erzeugt ein elektromagnetisches Signal bei
einer Mikrowellenfrequenz und speist das Signal über einen
35 Verstärker 42 in einen Teiler 44 ein. Ein Teil des Signals

1 geht durch den Teiler 44 hindurch und wird über ein Filter 46
in eine Sendeantenne 48 eingespeist.

5 Eine Reflektion des ausgesendeten Signals von einem Hindernis
oder einem anderen Gegenstand, der von dem Signal der Antenne
48 angestrahlt ist, wird von einer Empfangsantenne 50 auf-
genommen und über einen Verstärker 52 in einem Mischer 54 ein-
gespeist. Ein Teil des von dem Teiler 44 übertragenen Signals
10 wird ebenfalls in den Mischer 54 eingespeist. Die Sende- und
Empfangssignale werden von dem Mischer in eine Signalverar-
beitungseinheit 56 eingespeist, welche die Gegenwart eines
Hindernisses und wahlweise den Abstand des Hindernisses und
die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Hindernis
15 als Funktion der Sende- und Empfangssignale erfaßt. Die Aus-
gangsgröße der Signalverarbeitungseinheit 56 wird in die
Anzeige 34 eingespeist.

20 Die Elemente 40, 42, 44, 46, 52 und 54 sind in einem einzel-
nen MMIC-Radar-Sender- und -Empfänger-Chip 58 integriert. Das
Modul 30 schließt weiterhin eine Energienormalisierungsein-
heit 60 ein, die, obwohl nicht im einzelnen dargestellt, die
Eingangsspannung von einer Primärenergiequelle, wie einer
Speicherbatterie (nicht dargestellt) des Fahrzeugs 32 umsetzt
25 und regelt, um die verschiedenen Betriebsspannungen bereitzu-
stellen, die von dem Sender- und Empfänger-Chip 58 und ande-
ren Komponenten des Moduls 30 benötigt werden.

30 Indem jetzt auf Fig. 5 und 6 Bezug genommen wird, schließt
die vorliegende Radar-Sender- und Empfänger-Baugruppe oder
das Modul 30 ein elektrisch isolierendes Substrat 62 ein,
welches typischerweise aus Aluminiumoxyd besteht und eine
erste Oberfläche 62a sowie eine zweite Oberfläche 62b, die
von der ersten Oberfläche 62a abgewandt ist, aufweist. Der
MMIC-Sender- und Empfänger-Chip 58 ist auf der ersten Ober-
35 fläche 62a des Substrats 62 in einer Flip-Chip-Anordnung

1 montiert, die im einzelnen unten beschrieben wird. Die Si-
gnalverarbeitungseinheit 56 und die Energienormalisierungseinheit 60 können auch durch integrierte Schaltkreis-Chips verkörpert werden und auf dem Substrat 62 in gleicher Weise
5 wie der Sender- und Empfänger-Chip 58 montiert werden.

Bezugnehmend auf Fig. 5 in Kombination mit Fig. 6 ist ein Metallmuster, welches Erdflächen 64 und 66 einschließt, auf der ersten Oberfläche 62a des Substrats 62 zusätzlich zu
10 koplanaren Mikrowellen-Übertragungsleitungen gebildet, welche die Chips 56, 58 und 60 verbinden. Die Übertragungsleitungen können koplanare Wellenleiter, parallele Bandleiter oder irgendeine andere geeignete Konfiguration oder Kombination hiervon einschließen. Wie dargestellt, ist eine Übertragungs-
15 leitung einschließlich eines Mittel- oder Signalleiters 68 und Erdleitern 70 und 72 auf gegenüberliegenden Seiten des Signalleiters 68 auf der Oberfläche 62a gebildet, um den Signalverarbeitungs-Chip 56 mit dem Sender- und Empfänger-Chip 58 zu verbinden. Eine ähnliche Übertragungsleitung ein-
20 schließlich eines Mittel- oder Signalleiters 64 und Erdleitern 76 und 78 ist auf der Oberfläche 62a gebildet, um den Energienormalisierungs-Chip 60 mit dem Sender- und Empfänger-Chip 58 zu verbinden. Weiterhin ist ein Leiter 80 dargestellt, der den Signalverarbeitungs-Chip 56 mit der Erdfläche
25 64 verbindet, sowie ein Leiter 82 zum Verbinden des Energienormalisierungs-Chips 60 mit der Erdfläche 66. Ein Leiteranschluß 84 ist dazu vorgesehen, um den Energienormalisierungs-Chip 62 mit einer Primärenergiequelle (nicht dargestellt) zu verbinden, und ein Leiteranschluß 86 ist vorgesehen,
30 um den Energienormalisierungs-Chip 56 mit der Anzeige 34 zu verbinden.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird die Sende-Antenne 48 durch eine Mikrostrip-Patch-Antenne (Bandleiter-Felder-
35 antenne) gebildet, die eine Vielzahl miteinander verbundener

1 Elemente 88 einschließt, die auf der zweiten Oberfläche 62b
des Substrats 62 unter der Erdfläche 64, wie in den Fig. 5
und 6 ersichtlich, gebildet sind. Die Empfangsantenne 50 ist
5 als ähnliche Microstrip-Patch-Antenne (Bandleiter-Felderan-
tenne) vorgesehen, die miteinander verbundene Elemente 90
umfaßt, die auf der zweiten Oberfläche 62b unter der Erdflä-
che 66 gebildet sind. Die Erdflächen 64 und 66 stellen eine
elektrische Erde für die Chips 56, 58 und 60 auf der ersten
10 Oberfläche 62a des Substrats 62 wie für die entsprechenden
Elemente 88 und 90 auf der zweiten Oberfläche 62b des Sub-
strats 62 dar. Die Ausgangsgröße des Filters 46, welches das
ausgesendete Ausgangssignal des Sender- und Empfänger-Chips
58 darstellt, ist mit den Sende-Antennen-Elementen 88 durch
15 eine elektrisch leitende vertikale Verbindung (Durchgangs-
element 92) verbunden, welche sich durch ein Loch in dem
Substrat 32 erstreckt. Die Eingangsgröße zu dem Verstärker
52, welche das empfangende Eingangssignal des Sender- und
Empfänger-Chips 58 darstellt, wird mit den Empfangsantennen-
20 Elementen 90 über ein ähnliches Durchgangselement 94 verbun-
den.

Die besondere Architektur des MMIC-Sender- und -Empfänger-
Chips 58 wie der Chips 56 und 60 ist nicht Gegenstand der
vorliegenden Erfindung, ausgenommen, daß die elektronischen
25 Elemente (Feldeffekt-Transistoren usw.) dieser Chips durch
koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungen miteinander ver-
bunden sind, die auf der gleichen Oberfläche wie die elek-
tronischen Elemente gebildet sind. Wie in Fig. 7 dargestellt,
hat ein repräsentativer Ausschnitt des Sender- und Empfänger-
30 Chips 58 eine erste Oberfläche 58a und eine zu dieser abge-
wandte zweite Oberfläche 58b. Die elektronischen Elemente des
Chips 58 sowie die koplanaren Übertragungsleitungen sind auf
der ersten Oberfläche 58a gebildet, die an die erste Ober-
fläche 62a des Substrats 62 in einer Flip-Chip-Konfiguration
35 angepaßt ist. Wie aus Fig. 7 sichtbar, schließt eine koplana-

1 re Übertragungsleitung einen Mittel- oder Signalleiter 100
 ein, und Erdleiter 102, 104 sind auf der ersten Oberfläche
 5 58a des Chip 58 gebildet und elektrisch mit dem Signalleiter
 68 und Erdleitern 70 und 72 auf dem Substrat 62 durch Löt-
 5 verbunden, wie es im einzelnen weiter unten beschrieben wird.
 Die Chips 56 und 60 weisen hierauf gebildete Übertragungs-
 leitungen auf, die im wesentlichen denen ähnlich sind, die in
 Fig. 7 gezeigt sind. Obwohl nicht dargestellt, sind die inne-
 ren elektronischen Elemente der Chips 56, 58 und 60 durch
 10 koplanare Übertragungsleitungen verbunden, die Leiter ähnlich
 100, 102 und 104 einschließen.

Ein wesentlicher Faktor bei der Verwirklichung der vorlie-
 genden Erfindung besteht in der Anpassung MMIC-integrierter
 15 Schaltkreis-Chips an die Flip-Chip-Technologie. Die Radiofre-
 quenzeigenschaften üblicher Mikrostrip- oder Gegentakt-, auf
 diskreten Elementen ruhender koplanarer Schaltkreise werden
 stark durch das dielektrische Substrat (oder Metallisierung)
 in unmittelbarer Nähe der Mikrowellen-Elektronik-Schaltele-
 20 mente auf den umgekehrten MMIC-Chips beeinflusst. Die Isola-
 tion zwischen verschiedenen Teilen eines MMIC-Chips kann sich
 ebenfalls aufgrund zusätzlicher Kopplung durch das Modulsub-
 strat verschlechtern. Diese möglichen Nachteile werden durch
 Verwendung koplanarer Wellenleiter mit schmalem Spalt oder
 25 anderer koplanarer Übertragungsleitungen auf den MMIC-Chips
 gemildert. Wie in Fig. 7 für MMICs auf GaAs-Grundlage darge-
 stellt, tritt keine bedeutsame Änderung der Impedanzeigen-
 schaft des koplanaren Wellenleiters oder der Phasengeschwin-
 digkeit ein, wenn die Trennung d_1 der Oberflächen 58a und 62a
 30 wenigstens sechsmal dem Spalt d_2 zwischen dem Signalleiter
 100 und Erdleitern 102 und 104 beträgt. Für einen Spalt d_2
 von 12 μm sollte die Trennung d_1 wenigstens 72 μm betragen.

Wie in Fig. 7 dargestellt, kann der erforderliche Abstand
 35 zwischen den Chips 56, 58 und 60 und dem Substrat 62 durch

1 Ausbilden elektrisch leitender Distanzstücke oder Vorsprünge
 106, 108 und 110 auf den Leitern 100 bzw. 102 bzw. 104 vor
 dem Aufbringen der Chips auf dem Substrat 62 geschaffen wer-
 5 den. Die Vorsprünge können durch Versilbern geschaffen werden
 und haben typischerweise einen Durchmesser von 150 μm und
 eine Höhe von 75 μm für Verbindungen für niedrige Frequenz-
 oder Erdverbindungen und einen Durchmesser von 75 μm für
 10 Mikrowellen-Frequenzverbindungen. Die unteren Enden der Vor-
 sprünge 106, 108 und 110 werden gleichzeitig mit den Leitern
 68 bzw. 70 bzw. 72 verlötet, indem ein Reflow-Lötverfahren
 verwendet wird, das im einzelnen unten beschrieben wird.
 Zusätzlich zu der elektrischen Verbindung und Abstandshaltung
 dienen die Vorsprünge zum Schutz der Luftbrücken, die gewöhn-
 lich auf MMIC-Chips zu finden sind.

15 Zusätzlich zu den Erdleitern 70 und 72 können geerdete Me-
 tallmuster, wie sie bei 107 in Fig. 8 ausgebildet sind, auf
 der Oberfläche 62a des Substrats 62 vorgesehen sein, um in
 Verbindung mit zusätzlichen Vorsprüngen 109 einen "Latten-
 20 zaun" von Erdverbindungen zu bilden, damit eine verbesserte
 elektrische Isolation der verschiedenen Teile der Baugruppe
 geschaffen wird. Die zusätzlichen Vorsprünge 109 werden auf
 Erdleitern des Chips 58 gebildet, die gemeinsam in Fig. 8 mit
 111 bezeichnet sind. Mittelleiter der Übertragungsleitungen
 25 sind ebenfalls gezeigt und gemeinsam mit 112 bezeichnet.

Die Chips 56, 58 und 60 werden auf dem Substrat 62 aufge-
 bracht und mit diesem elektrisch verbunden, indem ein Reflow-
 Lötverfahren verwendet wird, wie in Fig. 9 und 10 darge-
 30 stellt. In Fig. 9 ist eine Mischung von Lot und Flußpaste auf
 den Abschnitten der Übertragungsleitungen des Substrats 62
 gebildet, die mit den Übertragungsleitungen der Chips 56, 58
 und 60 zu verbinden sind, indem z.B. durch eine Maske ge-
 druckt wird. Das Lotmuster ist gemeinsam als Teile 114 ein-
 35 schließend bezeichnet. Gemeinsam mit 116 bezeichnete Vor-

1 sprünge sind auf Abschnitten der Übertragungsleitungen der
Chips 56, 58 und 60 gebildet, die mit den Übertragungsleitun-
gen des Substrats 62 verbunden sind. Die Chips 56, 58 und 60
sind mit dem Substrat 62 zusammengesetzt, wie es durch Pfeile
5 angezeigt ist, so daß die Vorsprünge 116 präzise mit den
Lotabschnitten 114 ausgerichtet sind.

Wie aus Fig. 10 zu ersehen ist, wird die Baugruppe auf eine
Temperatur von 200 bis 300°C während ungefähr einer Minute
10 erhitzt, wie es durch Pfeile angedeutet ist, wodurch das Lot
114 veranlaßt wird zu schmelzen oder "Reflow" zu fließen,
sowie zu verschmelzen und dadurch die Vorsprünge 116 elek-
trisch mit den Übertragungsleitungen auf dem Substrat 62 zu
verbinden. Das Reflow-Lötverfahren ermöglicht eine Chip-Posi-
15 tionierungsgenauigkeit innerhalb von 25 μm , da die Oberflä-
chenspannung der geschmolzenen Lotabschnitte 114 an den Vor-
sprüngen 116 zieht. Die koplanaren Mikrowellen-Übertragungs-
leitungen des MMIC-Chips ermöglichen es, die Chips fortlau-
fend mit dem Substrat in einer Flip-Chip-Konfiguration zu-
20 sammenzusetzen, wobei das Reflow-Lötverfahren Anwendung fin-
det. Die koplanaren Übertragungsleitungen ermöglichen es
auch, daß die MMIC-Chips wesentlich dicker als üblicherweise
GaAs- MMIC-Chips, typischerweise 600 μm im Vergleich zu 100
 μm ausgebildet werden. Dies ermöglicht es, die vorliegenden
25 MMIC-Chips in automatisierter/Roboter-Technologie mit den
Substraten bei äußerster Präzision zusammenzusetzen, wobei
die arbeitsintensiven manuellen Handhabungen und die hohe
Schadenshäufigkeit vermieden wird, die mit dem Stand der
Technik verbunden waren.

30

35

1 EP 91 307 661.8/0474393
Hughes Aircraft Company

5 Patentansprüche

1. Mikrowellen-Radar-Baugruppe, umfassend:
ein elektrisch isolierendes Substrat (62) mit einer
Oberfläche (62a);
10 koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel
(68,70,72), die auf der Oberfläche des Substrats gebil-
det sind;
einen integrierten Mikrowellen-Radar-Schaltkreis-Chip
(58) mit einer Oberfläche (58a); und
15 koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel
(100,102,104), die auf der Oberfläche des Radar-Chips
gebildet sind;
wobei der Radar-Chip auf dem Substrat dergestalt mon-
tiert ist, daß die Oberfläche des Radar-Chips der Ober-
20 fläche des Substrats gegenübersteht, und die Übertra-
gungsleitungsmittel des Radar-Chips elektrisch mit den
Übertragungsleitungsmitteln des Substrats verbunden
sind.
- 25 2. Baugruppe nach Anspruch 1, in welcher der Radar-Chip ein
Radar-Sender-Empfänger-Chip ist, wobei die Baugruppe
weiterhin umfaßt:
einen integrierten Signalverarbeitungsschaltkreis-Chip
(56), der ein Ausgangssignal von dem Sender-Empfänger-
30 Chip verarbeitet, wobei der Signalverarbeitungs-Chip
eine Oberfläche aufweist;
und koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel,
die auf der Oberfläche des Signalverarbeitungs-Chips
gebildet sind;

35

1 wobei der Signalverarbeitungs-Chip auf dem Substrat
dergestalt montiert ist, daß die Oberfläche des Signal-
verarbeitungs-Chips der Oberfläche des Substrats gegen-
übersteht, und die Übertragungsleitungsmittel des Si-
5 gnalverarbeitungs-Chips elektrisch mit den Übertragungs-
leitungsmitteln des Substrats verbunden sind.

3. Baugruppe nach Anspruch 1, in welcher der Radar-Chip ein
Radar-Sender-Empfänger-Chip ist, wobei die Baugruppe
10 weiterhin umfaßt:
einen integrierten Energienormalisierungs-Schaltkreis-
Chip (60) zur Einspeisung einer geregelten elektrischen
Energie in den Sender-Empfänger-Chip, wobei der Energie-
normalisierungs-Chip eine Oberfläche aufweist;
15 koplanare Mikrowellenübertragungsleitungen-Mittel auf der
Oberfläche des Energienormalisierungs-Chips;
wobei der Energienormalisierungs-Chip auf dem Substrat
dergestalt montiert ist, daß die Oberfläche des Energie-
normalisierungs-Chips der Oberfläche des Substrats ge-
20 genübersteht, und die Übertragungsleitungsmittel des
Energienormalisierungs-Chips mit den Übertragungslei-
tungsmitteln des Substrats verbunden sind.

4. Baugruppe nach Anspruch 1, bei der:
25 der Radar-Chip ein Sender-Empfänger-Chip ist;
das Substrat eine zweite Oberfläche (62b) aufweist,
welche zu dessen Oberfläche entgegengesetzt ist;
wobei die Baugruppe weiterhin umfaßt:
Planar-Radar-Antennenmittel (64,66), die auf der zweiten
30 Oberfläche des Substrats gebildet sind, und Verbindungs-
mittel (48,50), welche sich durch das Substrat erstrek-
ken und den Sender-Empfänger-Chip mit den Antennenmit-
teln verbinden.

- 1 5. Baugruppe nach Anspruch 4, in dem die Verbindungsmittel
wenigstens ein Durchgangselement umfassen.
- 5 6. Baugruppe nach Anspruch 4, in der:
die Antennenmittel eine Sendeantenne (48) und eine Emp-
fangsantenne (50) umfassen;
die Verbindungsmittel ein erstes Durchgangselement (92)
umfassen, welches den Sender-Empfänger-Chip mit der
Sendeantenne (94) verbindet, und ein zweites Durchgangs-
10 element (94) umfaßt, welches den Sender-Empfänger-Chip
mit der Empfangsantenne verbindet.
- 15 7. Baugruppe nach Anspruch 1, in der die Übertragungslei-
tungsmittel (100,102,104) des Radar-Chips mit den Über-
tragungsleitungsmitteln des Substrats (68,70,72) durch
Löten verbunden sind.
- 20 8. Baugruppe nach Anspruch 1, in der:
die Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips eine
Vielzahl von Übertragungsleitungen umfassen, von denen
jede einen Signalleiter (100) und einen Erdleiter
(102,104) einschließt;
die Übertragungsleitungsmittel des Substrats Erdleiter-
mittel (70,72) umfaßt;
25 die Baugruppe weiterhin eine Vielzahl von Distanzstücken
(109) umfaßt, welche die Erdleiter der Übertragungslei-
tungen des Radar-Chips mit den Erdleitermitteln des Sub-
strats verbindet und die Oberflächen des Radar-Chips und
des Substrats in einem vorgegebenen Abstand zueinander
30 hält.
- 35 9. Baugruppe nach Anspruch 8, in der die Distanzstücke auf
den Erdleitern des Radar-Chips gebildet sind und durch
Löten elektrisch mit den Erdleitern des Substrats ver-
bunden sind.

- 1 10. Baugruppe nach Anspruch 8, in der die Distanzstücke
Vorsprünge umfassen.
- 5 11. Baugruppe nach Anspruch 8, in welcher der vorgegebene
Abstand (d1) wenigstens ungefähr sechs mal dem Abstand
(d2) zwischen den Signalleitern und entsprechenden Erd-
leitern der Übertragungsleitungen des Radar-Chips be-
trägt.
- 10 12. Baugruppe nach Anspruch 1, in der:
die Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips eine
Vielzahl von Übertragungsleitungen umfassen, von denen
jede einen Signalleiter (100) und einen Erdleiter
(102,104) einschließt;
15 die Baugruppe weiterhin Abstandsstücke (109) umfaßt,
welche die Oberflächen des Radar-Chips und des Substrats
in einem vorgegebenen Abstand zueinander halten;
wobei der vorgegebene Abstand (d1) wenigstens sechs mal
dem Abstand (d2) zwischen den Signalleitern und entspre-
20 chenden Erdleitern der Übertragungsleitungen des Radar-
Chips beträgt.
- 25 13. Verfahren zur Herstellung einer Mikrowellen-Radar-Bau-
gruppe mit den Schritten:
(a) Bereitstellen eines elektrisch isolierenden Sub-
strats mit koplanaren Mikrowellen-Übertragungslei-
tungsmitteln, die auf einer dessen Oberflächen ge-
bildet sind;
30 (b) Bereitstellen eines integrierten Mikrowellen-Radar-
Schaltkreis-Chips mit koplanaren Übertragungslei-
tungsmitteln, die auf einer dessen Oberflächen ge-
bildet sind;
(c) Aufbringen von Lot auf Abschnitten der Übertra-
gungsleitungsmittel des Substrats, die mit entspre-

1 chenden Abschnitten der Übertragungsleitungsmittel
des Radar-Chips zu verbinden sind;

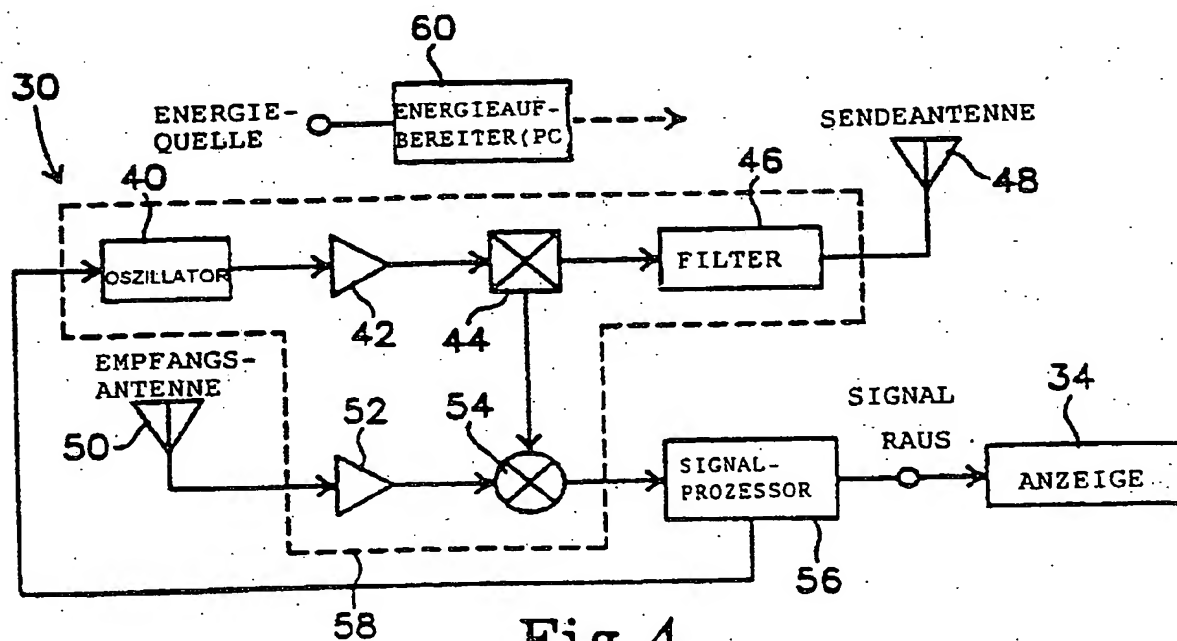
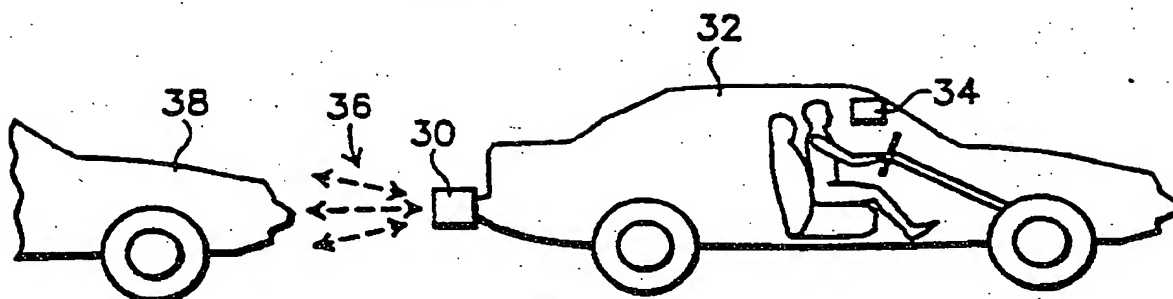
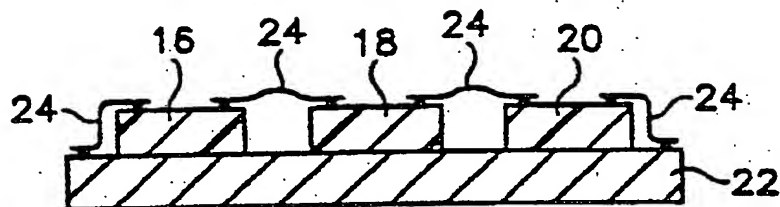
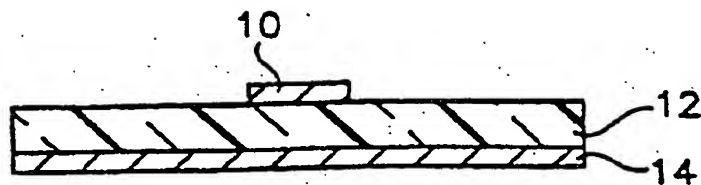
5 (d) Zusammenpassen der Oberfläche des Radar-Chips mit
der Oberfläche des Substrats, so daß die entspre-
chenden Abschnitte der Übertragungsleitungsmittel
des miteinander zu verbindenden Radar-Chips und
Substrats zueinander ausgerichtet sind; und

10 (e) zeitweiliges Erhitzen des Lots auf eine Temperatur,
welche es verschmelzen und die entsprechenden Ab-
schnitte der Übertragungsleitungsmittel des Radar-
Chips und Substrats miteinander verbinden läßt.

15 14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem Schritt (b) das Be-
reitstellen eines solchen Radar-Chips umfaßt, daß die
Abschnitte dessen Übertragungsleitungsmittel, die mit
den entsprechenden Abschnitten der Übertragungsleitungs-
mittel des Substrats zu verbinden sind, elektrisch leit-
fähige Vorsprünge einschließen.

20 15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem Schritt (b) das
Bilden der Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips
als eine Vielzahl von Übertragungsleitungen einschlie-
ßend umfaßt, von denen jede einen Signalleiter und einen
Erdleiter mit vorgegebenem Abstand zwischen diesen ein-
25 schließt, und das Bilden von Vorsprüngen einer Höhe
umfaßt, so daß die zusammengepaßten Oberflächen bei
Abschluß des Schritts (e) zueinander einen Abstand auf-
weisen, der wenigstens ungefähr das Sechsfache des vor-
gegebenen Abstands beträgt.

30 16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem Schritt (e) weiter-
hin das gemeinsame Erhitzen des Substrats, des Radar-
Chips und des Lots auf die Temperatur einschließt.



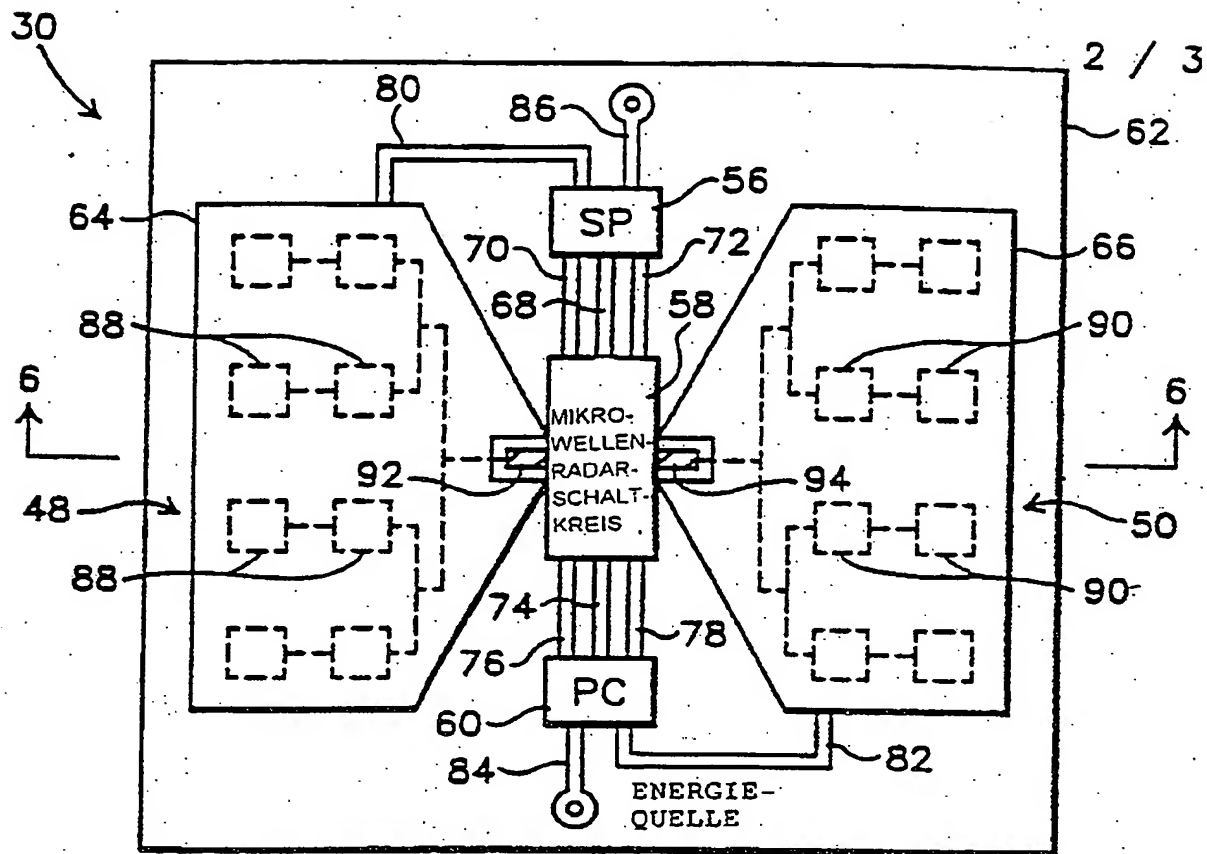


Fig. 5

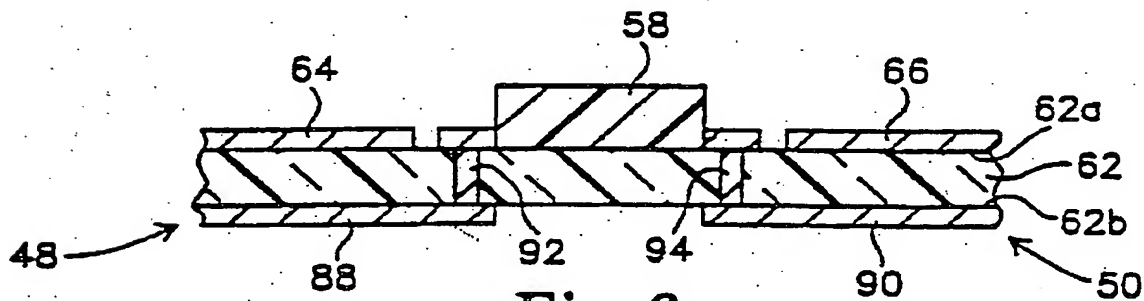
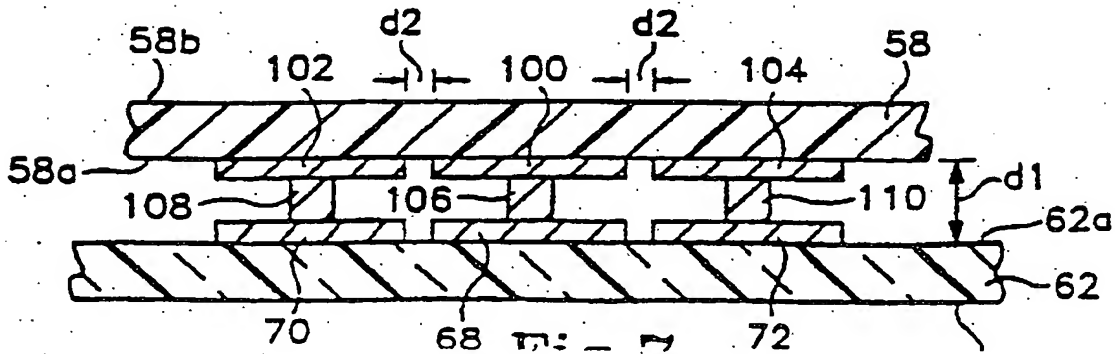


Fig. 6



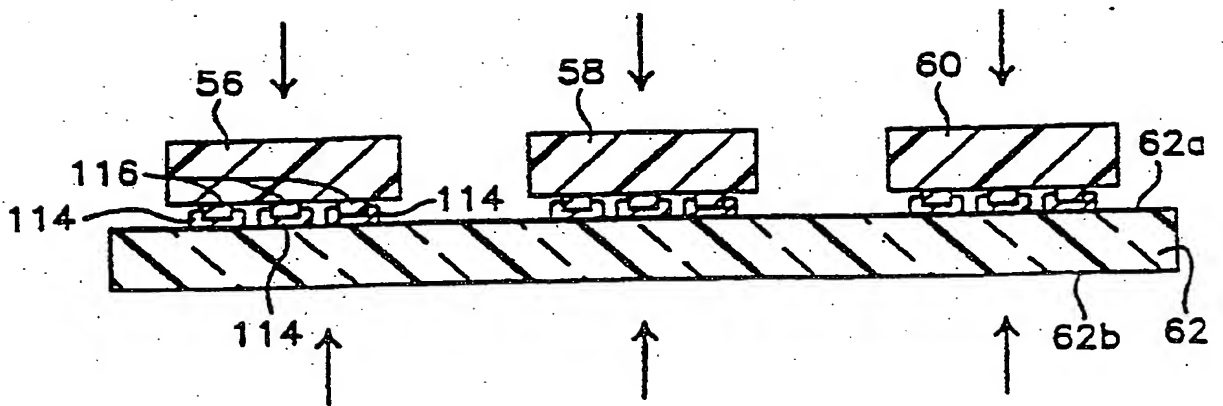
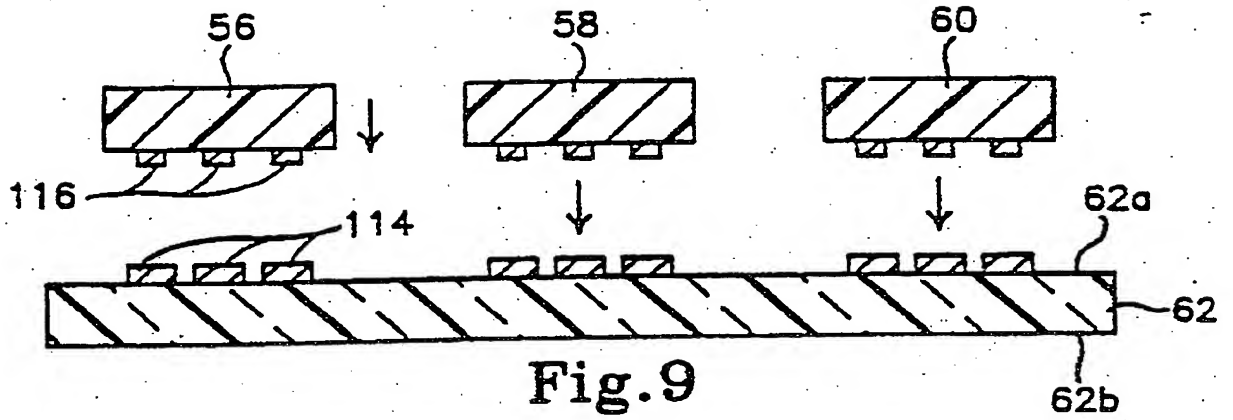
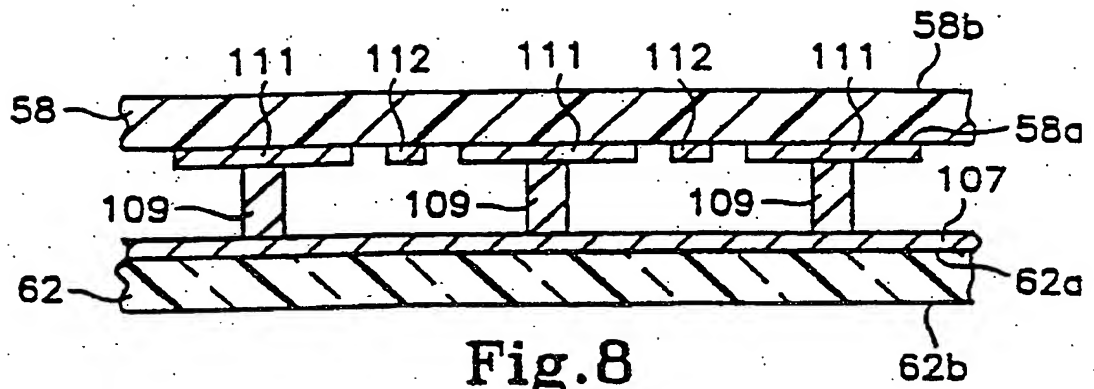


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.